

P1999,0008

23

## Patentansprüche

1. Piezoelektrisches Bauelement in monolithischer Vielschichtbauweise mit einem Stapel aus mindestens zwei Keramikschichten und einer zwischen zwei Keramikschichten angeordneten Elektrodenschicht, bei dem die Elektrodenschicht Kupfer enthält.
2. Bauelement nach Anspruch 1, das aus keramischen Grünfolien hergestellt ist, welche einen thermohydrolitisch abbaubaren Binder enthalten.
3. Bauelement nach Anspruch 2, bei dem der Binder eine Polyurethandispersion ist.
4. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Dichte der Keramikschichten mindestens 96 % der theoretisch erreichbaren Dichte aufweist.
5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Keramikschichten Körner mit einer Korngröße zwischen 0,8 und 5 µm enthalten.
6. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, daß mindestens 10 übereinander angeordnete Elektrodenschichten umfaßt.
7. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem die Keramikschichten eine ferroelektrische Perowskitkeramik mit der allgemeinen Zusammensetzung  $ABO_3$  umfassen.
8. Bauelement nach Anspruch 7, bei dem die Perowskit-Keramik vom PZT-Typ  $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$  ist.
9. Bauelement nach Anspruch 7 oder 8,

P1999,0008

## 24

bei dem auf A-Plätzen der Keramik Kationen eingebaut sind und bei dem Kationen auf B-Plätzen durch geeignete andere Kationen oder Kombinationen von Kationen ersetzt sind.

- 5 10. Bauelement nach Anspruch 9,  
bei dem auf A-Plätzen der Keramik zweiwertige Metallkationen  $M^{II}$  eingebaut sind.
- 10 11. Bauelement nach Anspruch 10,  
bei dem die zweiwertigen Metallkationen  $M^{II}$  aus einer Gruppe von Elementen ausgewählt sind, die Barium, Strontium, Kalzium und Kupfer enthält.
- 15 12. Bauelement nach Anspruch 10,  
bei dem auf A-Plätzen der Keramik partiell dreiwertige Metallkationen  $M^{III}$  eingebaut sind, die aus einer Gruppe von Elementen enthaltend Scandium, Yttrium, Wismut und Lanthan oder aus der Gruppe der Lanthaniden ausgewählt sind.
- 20 13. Bauelement nach Anspruch 10,  
bei dem auf A-Plätzen der Keramik einwertige Kationen eingebaut sind.
- 25 14. Bauelement nach Anspruch 13,  
bei dem die einwertigen Kationen ausgewählt sind aus einer Gruppe von Elementen, die Silber, Kupfer, Natrium und Kalium enthält.
- 30 15. Bauelement nach Anspruch 10 und 14,  
bei dem Kombinationen von zweiwertigen Metallkationen  $M^{II}$  und einwertigen Kationen auf A-Plätzen der Keramik eingebaut sind.
- 35 16. Bauelement nach Anspruch 8,  
bei dem zur partiellen Substitution der vierwertigen Kationen Zr und Ti auf den B - Plätzen der ferroelektrischen Perowskit - Keramik Kombinationen ein- und fünfwertiger Metallkationen

005121 99296750

P1999,0008

25

- $M^I_{1/4}M^V_{3/4}$  mit  $M^I = \text{Na, K}$  und  $M^V = \text{Nb, Ta}$  oder zwei- und  
 fünfwertiger Metallkationen  $M^{II}_{1/3}M^V_{2/3}$  mit  $M^{II} = \text{Mg, Zn, Ni, Co}$  und  $M^V = \text{Nb, Ta}$  oder drei- und fünfwertiger Metallka-  
 tionen  $M^{III}_{1/2}M^V_{2/3}$  mit  $M^{III} = \text{Fe, In, Sc,}$  schwerere Lanthaniden - Elemente und  $M^V = \text{Nb, Ta}$  oder Kombinationen  
 $M^{III}_{2/3}M^{VI}_{1/3}$  mit  $M^{III} = \text{Fe, In, Sc,}$  schwerere Lanthaniden -  
 Elemente und  $M^{VI} = \text{W}$  oder  $M^{II}_{1/2}M^{VI}_{1/2}$  mit  $M^{II} = \text{Mg, Co, Ni}$   
 und  $M^{VI} = \text{W}$  eingesetzt sind.
- 10 17. Bauelement nach Anspruch 9,  
 bei dem die Zusammensetzung der allgemeinen Formel  
 $\text{Pb}_{1-x-y}\text{SE}_x\text{Cu}_y\text{V}'''_{x/2}(\text{Zr}_{0,54-z}\text{Ti}_{0,46+z})\text{O}_3$  entspricht mit  $0,01 < x < 0,05$  und  $-0,15 < z < +0,15$  sowie  $0 < y < 0,06$ , wobei SE  
 ein Seltenerdmetall und V eine Vakanz ist, und wobei ein PbO  
 15 - Überschuß von 1 bis maximal 5 mol-% eingestellt ist.
18. Bauelement nach einem der Ansprüche 9 bis 16,  
 bei dem die Keramik einen Zusatz an CuO enthält.
- 20 19. Verfahren zur Herstellung eines Bauelements nach einem  
 der Ansprüche 1 bis 18 mit folgenden Schritten:  
 a) Herstellen eines Stapels von einen Binder enthaltenden ke-  
 ramischen Grünfolien und Elektrodenschichten durch Stapeln  
 und anschließendes Laminieren der Grünfolien beziehungsweise  
 25 Elektrodenschichten  
 b) Entbindern des Stapels in einer Atmosphäre, die Inertgas  
 und Sauerstoff enthält, wobei der Sauerstoffgehalt durch Zu-  
 dosieren einer geeigneten Menge Wasserstoffgas oder durch  
 Getterung so reduziert wird, daß die Elektrodenschichten  
 30 nicht beschädigt werden.
20. Verfahren nach Anspruch 19,  
 wobei die Entbinderung bei einer Temperatur zwischen 150 und  
 600°C erfolgt.
- 35 21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20,

09736266-121500

P1999,0008

26

wobei die für das Entbindern verwendete Atmosphäre Wasserstoffgas mit einem Partialdruck  $> 200$  mbar aufweist.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21,
- 5 wobei der Schichtstapel nach der Entbinderung bei einer Temperatur, die kleiner ist als der Schmelzpunkt von Kupfer gesintert wird, wobei für die Sinterung eine Atmosphäre verwendet wird, die Stickstoff, Wasserstoff und Wasserdampf enthält, und wobei der Sauerstoffpartialdruck durch eine geeignete Wasserstoffgaskonzentration so eingestellt ist, daß der
- 10 Gleichgewichtspartialdruck des Gleichgewichts  $\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{O}$  nicht überschritten wird.

23. Verfahren nach Anspruch 22,
- 15 wobei eine Maximaltemperatur für eine Dauer zwischen 2 und 12 Stunden gehalten wird.

005121 99256/60